

【問 2】物理	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

- (1) 図1に示すように、質量 m [kg]、長さ L [m] の一様な板の左端から $\frac{1}{3}L$ の位置に回転軸 O を取付け、左端より $\frac{2}{3}L$ の位置で、板はバネ定数 k [N/m] のバネで支持され、板は水平に保たれているとする。いま、手で板の上からバネを縮めて静かに手を放し、この板を微小振動させた。重力加速度を鉛直下向き、大きさ g [m/s²] とする。以下の問に答えなさい。なお、答えだけでなく導出過程も書きなさい。

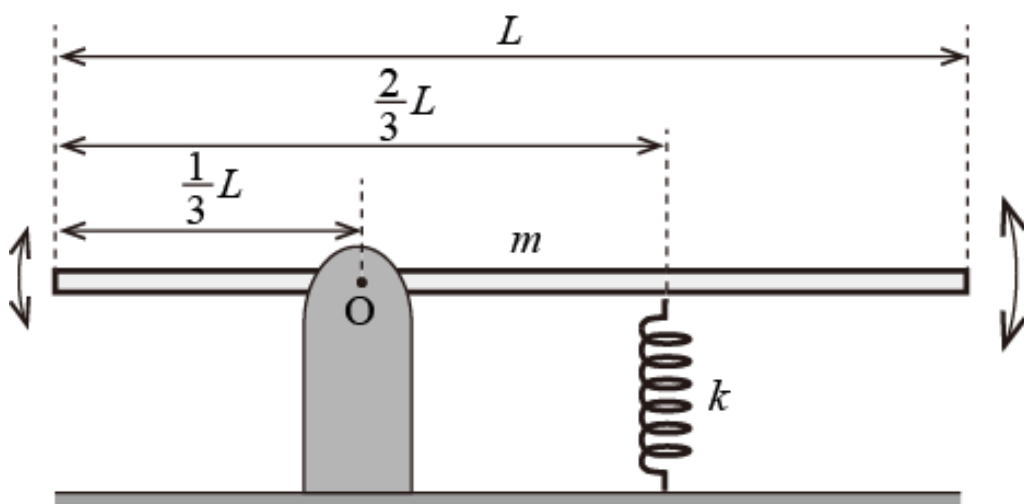


図 1

- 板の回転軸 O のまわりの慣性モーメント[kg・m²]を m, L を用いて表しなさい。
- 板が水平に保たれているとき、バネが板に与える力の大きさ[N]を m, g を用いて表しなさい。
- 板の微小振動の周期 [s] を m, k を用いて表しなさい。

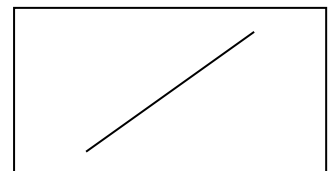
以下に記入すること

(1)

(a)

(b)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(c)

以下に記入すること

【問 2】物理	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(2) 以下の問に答えなさい。

- (a) 断面積 A の円筒容器に温度 T_0 の理想気体 n [mol] をピストンで密封した。容器の内外の圧力はともに P_0 である。この気体の圧力を一定に保って熱量 Q を与えると、気体によりピストンが距離 d だけ動いた。気体定数を R として以下の問に答えなさい。

- (i) 気体の温度上昇 ΔT を求めなさい。
(ii) この気体がした仕事 W を求めなさい。
(iii) 気体の内部エネルギーの増加量 ΔU を求めなさい。

- (b) 図 1 の PV 線図 (P : 圧力、 V : 体積) で示すような n [mol] の理想気体による等温膨張 ($A \rightarrow B$)、断熱膨張 ($B \rightarrow C$)、等温圧縮 ($C \rightarrow D$)、断熱圧縮 ($D \rightarrow A$) の 4 つの過程からなるカルノーサイクルを考える。二つの等温過程のうち、 $C \rightarrow D$ における温度を T_1 、 $A \rightarrow B$ における温度を T_2 とする。A~D 各点での体積をそれぞれ V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D 、気体定数を R 、比熱比を κ として以下の問に答えなさい。

- (i) 以下の関係が成り立つことを示しなさい。

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_D}$$

- (ii) このカルノーサイクルが $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ と一周する間に外部に対してなす仕事 W を求めなさい。
(iii) 各点 A、B、C、D におけるエントロピーをそれぞれ S_A 、 S_B 、 S_C 、 S_D としたとき、各過程におけるエントロピー変化 ΔS_{AB} ($= S_B - S_A$)、 ΔS_{BC} ($= S_C - S_B$)、 ΔS_{CD} ($= S_D - S_C$)、 ΔS_{DA} ($= S_A - S_D$) をそれぞれ求めなさい。

- (iv) このカルノーサイクルの熱効率 η を二つの温度 T_1 と T_2 を用いて表しなさい。

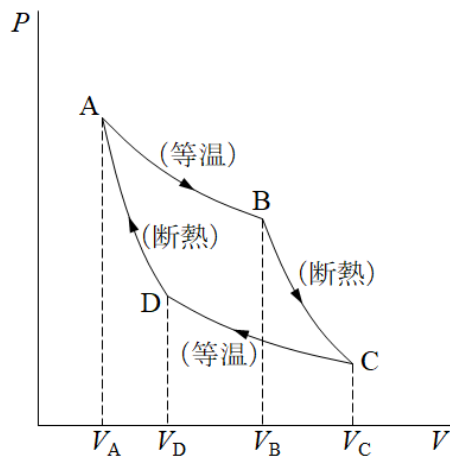


図 1

以下に記入すること

(2)

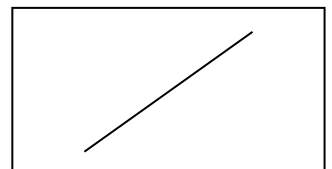
(a)

(i)

(ii)

(iii)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

(i)

(ii)

以下に記入すること

(iii)

(iv)

【問 2】物理	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(3) 以下の間に答えなさい。

- (a) 図 1 に示すように、電気双極子モーメント \mathbf{p} が存在するとき、その中心から距離 r で、その方向から角度 θ にある点 O に形成される電場 \mathbf{E} は式(1)で表される。ここで、 ϵ_0 は真空の誘電率である。
- (i) 点 O における r 方向成分の電場 E_r およびそれに垂直な方向の成分の電場 E_θ を求めなさい。
- (ii) θ を 0° から 360° まで変化させた際に、点 O の電場の大きさ E が最大および最小となる θ を求めなさい。

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{\mathbf{p}}{r^3} + \frac{3\mathbf{r}(\mathbf{r} \cdot \mathbf{p})}{r^5} \right] \quad (1)$$

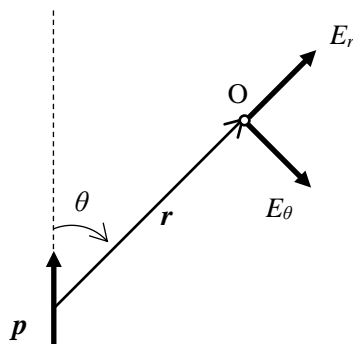


図 1

- (b) 半径 a の 2 つの円形コイルを、図 2 のように中心軸を共通にして $2b$ の間隔で配置する。真空の透磁率を μ_0 として以下の間に答えなさい。
- (i) コイル A に電流 I を流した。中心軸上の中点 O に生じる磁場の大きさを求めなさい。
- (ii) コイル A および B に同じ向きに電流 I を流した時、点 O から距離 x の点 P に生じる磁場の大きさを求めなさい。

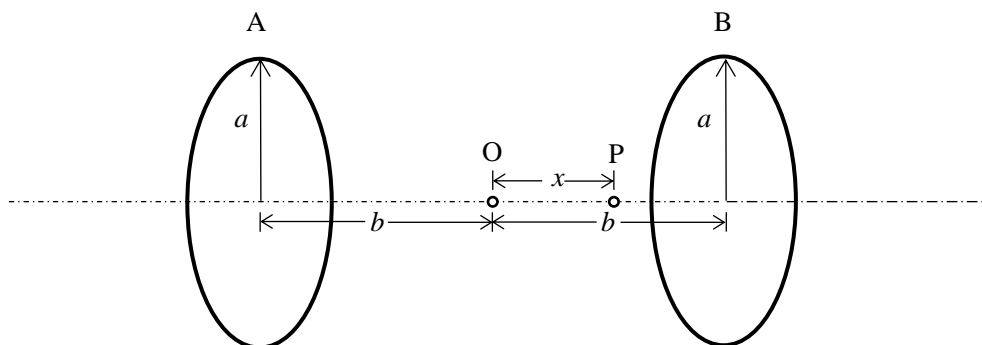


図 2

以下に記入すること

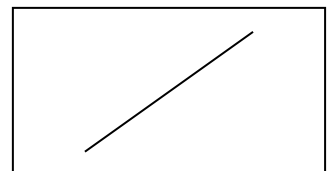
(3)

(a)

(i)

(ii)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

(i)

(ii)

以下に記入すること
